

1

ATENEO DE MADRID

LA UTILIZACIÓN

DE LAS FUERZAS NATURALES

Y EL PROYECTO CANAL DEL GUADAPARMA

Conferencia pronunciada en la noche del 14 de Junio
de 1892

POR

D. UBALDO FUENTES Y BIRLAYN



451F
32

MADRID
IMP. Y ENCUADERNACIÓN DE L. MIÑÓN É HIJOS
Serrano, 8.—Valladolid, Perú, 17.
1892



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

R. 807
S. 451 F/32



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACION JUANELO TURRIANO
BIBLIOTECA

LA UTILIZACIÓN
DE LAS FUERZAS NATURALES

Y EL PROYECTADO CANAL DEL GUADARRAMA



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

ATENEO DE MADRID

LA UTILIZACIÓN

DE LAS FUERZAS NATURALES

Y EL PROYECTADO CANAL DEL GUADARRAMA

Conferencia pronunciada en la noche del 14 de Junio
de 1892

POR

D. UBALDO FUENTES Y BIRLAYN



MADRID
IMP. Y ENCUADERNACIÓN DE L. MIÑÓN É HIJOS
Serrano, 8.—Valladolid, Perú, 17.
1892



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

SEÑORAS, SEÑORES:

Es costumbre inveterada é indeclinablemente seguida por cuantos ocupan esta cátedra, comenzar haciendo pública confesión de incapacidad y solicitando vuestra indulgencia.

Constituye esto un alarde de modestia que en mí sería intolerable ya que no hay necesidad de confesar aquello que tan visiblemente se muestra, ni tampoco habré de pedirlos lo que vosotros tan generosamente, como inmerecido en este caso, concedéis por anticipado.

Dicho esto, sin más exordio y en gracia á la brevedad, con lo que molestándoos ménos adquiriré un título más á vuestra benevolencia, entro desde luego de lleno en el asunto que es mi propósito desarrollar ante vosotros.

Seguramente que, en el proceso evolutivo de los siglos, en la marcha lenta que sigue la humanidad por la senda del progreso, lo que más nos estimula, en el orden puramente material, lo que constituye la meta más anhelada, es, sin género alguno de duda, el total aprovechamiento de las fuerzas naturales que por doquiera se



nos brindan tan pródigamente. Hacer trabajar en provecho nuestro al torrente que se despeña formando hirvientes cataratas de blanquísima espuma, utilizar el empuje del huracán que hoy libre de servidumbre arrastra nuestras viviendas ó descuaja el robusto roble y reducir á la condición de laboriosos obreros al rayo que se desprende de la negra nube ó al mar que se mece con eterno y no interrumpido ritmo; he ahí, señores, un bellissimo y redentor ideal al servicio de cuya consecución pone el sabio sus vigiliass y el ingeniero sus afanes.

La posibilidad teórica de realizarlo y los medios puestos en práctica para conseguirlo, en muy pequeña parte, es lo que me propongo explicaros de una manera sumaria siendo mi intento, á la vez, aclarar y fijar bien las ideas con un ejemplo que no iré á buscar al otro lado del Atlántico, que es de donde generalmente nos llegan las noticias de estupendas empresas y de audaces luchas con la naturaleza; ni siquiera iré á buscarlo á Francia ó á Inglaterra; lo tomaré aquí, á las puertas mismas de la villa del oso y del madroño, aquí donde se consume el clásico garbanzo, en la patria de chisperos y manolas, y abrigo la confianza de que este ejemplo, si cede á otros famosísimos en importancia material, es seguro les aventaje en lo fecundo de sus enseñanzas.

Juzgo totalmente inútil advertiros que en esta conferencia (llámola así por darle algún nombre) he de prescindir en absoluto de enrevesados tecnicismos que no sólo



entiendo son impropios del momento, sí que también los reputo siempre como innecesarios, pues las verdades más encumbradas y de más superior categoría, los conceptos más sutiles, pueden siempre hallar adecuada exposición en las frases más corrientes y sencillas.

Conviene, además, al lógico desarrollo de lo que he de deciros, me permitáis una digresión previa, especie de jalón ó punto de partida que no ha de ser del todo inútil para aquellos de vosotros á quienes particulares gustos ó aficiones distrajeran del estudio de las ciencias físicas y de los derroteros que éstas siguen al finalizar la presente centuria.

Dos son los elementos que principalmente hay que considerar en el estudio del universo; primero el *átomo*, porción de materia indivisible, con personalidad propia en las diferentes reacciones y fenómenos en que juega, piedra de esa maravillosa fábrica de portentosa arquitectura de que los cuerpos están formados. Cada uno de esos infinitamente pequeños, supónese hoy como la condensación de una parte de la primitiva nebulosa á que los mundos deben su origen, nebulosa que no se condensó totalmente, ya que girones de su sutilísima substancia, sin alterar su formación y equilibrio atómico primero, llénalo hoy todo, lo mismo los espacios inter-atómicos que los espacios inter-solares, recibiendo el nombre de *éter*. De modo, que en lo infinitamente pequeño, esferillas indivisibles, circundadas por todas partes de éter, y



en el mundo de lo inmensamente grande, soles, que giran bañándose también en océanos de éter.

Como fuente de las modernas doctrinas de la ciencia, en la que ha tomado carta de naturaleza y en la que ejerce indisputado imperio, reconócese también hoy la noción de la *energía*, de la que no es posible dejar de exponeros los fundamentos, noción que con las del *átomo* y del *éter* constituye hoy admirable trinidad, especie de trípode de la Pitonisa contemporánea, que predijo por boca de Le Verrier el descubrimiento de un planeta ó por boca de Fresnel aquella ecuación no ménos cierta que extraña en que se hallan ligadas por el signo de igualdad una suma de luz y unas tristes tinieblas.

Arranca la noción de la energía de la ley de Newton, que vosotros conocéis y que se enuncia diciendo que la materia atrae á la materia en razón directa de las masas y en razón inversa de los cuadrados de las distancias.

Tales son, repito, los fundamentos de la Física actual; estos son los datos primeros de toda teoría, este es todo el arsenal de hipótesis, no nuevas completamente ya que Eráclito, cinco siglos antes de nuestra era, concebía la idea del átomo, Demócrito la de la energía, y Aristóteles la del éter, siquiera hayan sido tales supuestos infecundos hasta nuestros días, hasta los trabajos del ilustre profesor de Manchester, de Joule, padre de la termodinámica, que les dió experimental consagración, y hasta la grandiosa



síntesis de Secchi que supo encerrar la razón de cada uno de los fenómenos naturales en una superior unidad.

Creo que holgará deciros que si las hipótesis indicadas han de conformarse con los hechos sometidos diariamente al estudio, había que conceder al éter una elasticidad sin límites.

Acaso pudiera preguntarse ahora, ya que desde tan lejos se toma el asunto, ¿cuál es el origen del éter? ya que los átomos no son más que mera condensación de aquél, ¿cuál el de la energía que lleva irresistiblemente la materia á la materia?

Tratar de contestar á estas preguntas equivaldría á arrancar la cuestión del cauce que aquí ha de seguir trazado en derecho á un fin esencialmente práctico, y llevar la exploración á terrenos que más que á otra cosa obedecen á la jurisdicción de la metafísica. Después de todo, el hombre jamás desgarrará el velo que cubre la razón de las causas primarias y habrá de contentarse con lo que Laplace llamó la consoladora hipótesis de un Ser Supremo y decir, con un físico compatriota nuestro, que sobre el océano de la materia inerte pasó un día el soplo de Dios y que por ella circula en oleaje eterno.

El hecho es que lo mismo la materia que la energía existen, y que ésta palpita en todas partes, así en las obscuras circunvoluciones del cerebro por donde ruedan las ideas que en los espacios infinitos

por donde los mundos van.



¿Cuáles son los estados de la energía? Dos; la energía ó se manifiesta visible y externa ó es potencial. Es cinética, es decir, produce movimiento, ó permanece oculta, en perfecto equilibrio, pero sin anularse nunca. Precisa será alguna aclaración y algún ejemplo que ponga de manifiesto esta distinción, ejemplos que tomaré, en gracia á la claridad, en la práctica de todos los días y en los hechos más frecuentes.

Considerad una piedra puesta sobre un tejado, ó sobre esta mesa, si queréis. Es claro que mientras el obstáculo se siga oponiendo á su caída, la piedra permanecerá en su sitio; mas si suprimís aquél, la piedra cae. Luego es indudable que en ella radicaba una energía que se ha manifestado tan pronto como ha encontrado condiciones favorables para ello. Cuando la piedra estaba sobre la mesa la energía se hallaba en estado potencial, transformándose en actual ó cinética tan luego como el obstáculo ha sido suprimido.

Otro ejemplo. Suponed un lago, ó mejor un depósito de agua, y suponed tambien que este depósito comunica por medio de un tubo cerrado por una llave con otro depósito ó recipiente vacío situado á un nivel más bajo. Mientras que la llave esté cerrada, el agua del depósito superior permanecerá en equilibrio; mas al abrir aquella, el agua se precipitará al depósito inferior y si en su caída tropieza con un artefacto hidráulico cualquiera, tal como una rueda, lo pondrá en movimiento produciendo un cierto trabajo.



Mientras el grifo estuvo cerrado, la energía era potencial ó interna; al abrirlo, se ha transformado en externa ó cinética.

Creo que no será preciso insistir más sobre este punto, que sería ofenderos intentarlo, y espero que hasta aquellos de vosotros ménos versados en estos conocimientos se hallarán ya suficientemente impuestos de los dos estados en que la energía puede ser considerada.

Y, en el estado cinético ¡cuántas y cuán variadas formas puede adquirir la energía!... Tantas, tan várias, tan diferentes, puede mostrarse con tan diversos ropajes, que la antigüedad creyéndola siempre distinta en la esencia, conocióla también por distintos nombres.

¿Queréis que la desenmascaremos? Pues héla aquí; bien seductora se nos presenta, cabalgando gallardamente sobre el primer rayo de luz que el sol nos envía al abrir nuestra ventana, rayo de luz que al penetrar en la habitación juega y se filtra por entre los verdes tallos y hojas de las macetas ó se quiebra en la limpia esfera de cristal donde los peces de colores giran aprisionados.

Para realizar nuestro propósito, no necesitamos de extraños y complicados aparatos; nos bastará sólo un poco de reflexión y esos mismos muebles que os he citado, la maceta de olorosas yerbas y la esfera de cristal llena de agua; eso solo es suficiente para demostrar que la energía, aunque revista múltiples formas es *una*.

En efecto, privad á la maceta del beso del sol, privadla



de la luz y pronto se agostará y doblará su tallo hacia la tierra. Ahora bien, si recordamos que la planta se nutre y desarrolla en virtud de una serie de reacciones químicas, pronto vendremos en conocimiento que si esas reacciones constituyen su vida y que el privar á la planta de luz vale tanto como reducirlas á cero, habremos de convenir, sin gran esfuerzo, en que esos amores de los átomos que se llaman afinidad química, ó esos odios engendrados del divorcio, que se llama descomposición química, no son, en puridad, sino manifestaciones de la energía que del sol nos llega.

Y si en el punto luminoso que al quebrarse forman los rayos del sol tras la pecera ponemos un poco de yesca, ó cualquier otro combustible, este arderá, y es seguro que podrá calentar un poco de agua que transformada en vapor podría alimentar un motorcito, y éste, acoplado á una diminuta máquina dinamo-eléctrica hacerla marchar generando así una corriente eléctrica que haría arder una lámpara microscópica, y he ahí, señores, una serie de gradaciones, mediante las cuales aquel rayo de sol de la mañana vino á convertirse de luz en calor, de calor en energía mecánica y de energía mecánica en energía eléctrica para volver á presentarse nuevamente en forma de energía luminosa, cerrando así un maravilloso ciclo que demuestra la absoluta identidad de esencia de aquellas diversas manifestaciones y afirmando, por modo experimental é irrefutable, la exactitud del principio que



hoy lleva el nombre de *Correlación de las fuerzas físicas*, y que nos será permitido enunciar, de la manera más general, diciendo que luz, calor, electricidad, magnetismo, afinidad química, no son sino manifestaciones de la energía, *una* en su esencia.

Mas, prosigamos nuestro análisis; llevémoslo hasta el foco mismo de donde el rayo de luz nos vino; exploremos, con ayuda de los modernos principios, ese depósito de energía y tratemos de averiguar si este es inacabable y de qué modo allí se genera aquélla.

No temáis, señores, que al separar nuestro pensamiento de la tierra y llevarlo al sol caigamos en poéticos desvaríos ni sea para forjar fantásticas teorías. Vamos en la buena compañía de hombres tan prácticos y poco pagados de todo lo que no tenga sólida base científica como Thompson y Helmholtz; éstos afirman, y sus afirmaciones gozan de autoridad casi indiscutida, lo siguiente:

El sol, como todos los demás cuerpos celestes, debe su origen á una primitiva nebulosa, constantemente en vías de condensación, y el choque no interrumpido de los átomos de la tenue substancia de que la nebulosa está formada, contra la superficie del sol, dan origen al calor de éste, que, por lo tanto, no será más que la energía de atracción ó gravitación universal transformada.

¿Verdad que halláis la afirmación muy atrevida? ¿Verdad que sentís comezón de no conceder á Thompson y á Helmholtz más autoridad que la que atribuirse pueda á



un forjador de fantasías? ¿Cómo podrá producir por el choque de sus átomos calor en tan inmensa cantidad una substancia de la que centenares de millones de metros cúbicos sin pena se encerrarían en el dedal de una niña de seis años? Para disipar vuestras dudas, me bastará con traer á vuestra memoria las famosas experiencias de William Crookes, que habiendo enrarecido extraordinariamente un gas, contenido en un tubo de vidrio, y por lo tanto agrandado considerablemente las trayectorias seguidas por los átomos de que se componían los residuos de aquél, pudo observar que los choques de aquellos eran bastante violentos para fundir delgadas capas de metal colocadas normalmente á las trayectorias.

Lo que sucede es, y digo esto apartándome acaso de la cuestión principal, que el sol es un pródigo, una especie de joven calavera que gasta no solo sus rentas, si que también derrocha además y al mismo tiempo su caudal y le sucederá lo que al cabo le acontece á todo aquel que gasta más de lo que gana, esto es, que acaba por arruinarse y llegará á dejarnos á obscuras, siquiera sea dentro de tanto tiempo que bien podemos decirle «si tan largo me lo fías échame para capa y sayo».

Nada, nada absolutamente se pierde de la energía, que únicamente se transforma; ni siquiera se pierde el majestuoso movimiento de los astros, y voy á probároslo con un ejemplo tomado en nuestra propia casa, en la Tierra, á la que constantemente acompaña ese satélite



de blanca faz, á quien tanto han molestado y calumniado con sus cantos los poetas de aquí abajo y que, vengativo, llegará con el tiempo á prestarnos un muy flaco servicio.

Todos conoceis la acción de la luna sobre los mares y la atracción que sobre estos ejerce, atracción que da por resultado la formación de un semi-elipsoide acuoso, tangente á la tierra, en cierto modo, según un círculo mínimo de esta, y cuyo vértice se dirige al satélite; semi-elipsoide casi fijo de posición durante buen espacio de tiempo mientras que la tierra gira, haciendo, por lo tanto, para esta, el oficio de freno, que anula una parte del movimiento, infinitamente pequeña si queréis pero perceptible al fin en el trascurso de los siglos, para convertirla en calor. De modo, que la tierra, por el roce con la superficie inferior de sus mares, que atraídos por la luna no pueden girar con la misma velocidad angular que aquélla, va paulatinamente perdiendo su movimiento, ni más ni ménos que la peonza, que hacíamos girar violentamente en la niñez, perdía el suyo por el roce con el aire atmosférico que la rodeaba, pérdida de movimiento indudable que, entre otras comprobaciones, podría hallar una en la manifiesta discordancia que existe entre las épocas en que se verificaron los eclipses en la antigüedad, según los más verídicos y exactos relatos, y aquella en que debieron verificarse según los cálculos astronómicos retrospectivos.

¿Ni qué otra razón aceptable podría aducirse para ex-



plicar el hecho de que la luna no nos vuelva más que una cara si no es la de que la acción preponderante de la masa de la tierra ha anulado ya el movimiento de rotación de aquella, como la acción más lenta de la de la luna vá anulando el nuestro propio para convertirse uno y otro en calor? ¿Qué otra explicación podría admitir el mismo hecho repetido en Júpiter?; que así como la ley de la difusión del calórico nos enseña que varios cuerpos á diferentes temperaturas acaban por acusar el mismo grado en la escala termométrica, la difusión de la energía en el universo acabará por anular todo movimiento diferencial obligando á los mundos á que recorran sus órbitas con el mismo paso.

Ciertos hechos parecen justificar la hipótesis de que algo igual le sucede al sol; tales son la situación de sus manchas opuestas á la situación de Venus y Mercurio en general, y la coincidencia de aquellas con los ciclones y auroras boreales de la tierra. ¿No será lícito—exclama Balfour Stewart—ver en estos fenómenos tan extraños y misteriosos las huellas del mecanismo por cuyo medio el movimiento diferencial del sistema solar se transforma gradualmente en calor?

¿En qué consiste esa maravillosa alquimia que nos hace percibir la energía ora bajo forma de luz, ora bajo forma de calor ó ya bajo forma de electricidad?

¿Cuál es el intrincado proceso que sigue en sus evoluciones esa especie de Proteo, que como el hijo de Tetis



y del Oceano, á cada instante cambia y se transforma?

Ciertamente que no parecen fáciles de contestar estas dos últimas preguntas, ni parva materia analizar las metamorfosis que se operan en el mundo de lo infinitamente pequeño. Mas veréis cómo nos conducen á una solución satisfactoria é inmediata las sencillas reflexiones de un ilustre hombre de ciencia español, el Sr. Benot.

Una aguja penetra en mi epidermis; fuera *movimiento*, en mi conciencia *dolor*.

Una cuerda de una guitarra vibra, es decir, está animada de rapidísimos movimientos de vaivén, que veo y puedo apreciar. Fuera *movimiento*, en mi conciencia sensación de *sonido*. Yo oigo, la cuerda no oye.

Una flor despide menudísimas partículas aromáticas, que bombardean mi órgano olfatorio. Fuera *movimiento*, en mí *sensación agradable de aroma*. En la flor no hay tal agrado.

En suma, fuera de nosotros, *movimientos*, en nosotros *sensaciones diferentes* que vienen á ser complicadísima función de velocidades, trayectorias y masas.

Pues análogamente á la mano que rasgó la guitarra ó introdujo la acerada aguja en nuestras carnes, si una causa cualquiera, haciendo oficio de misteriosa mano llega á pulsar el átomo etéreo, imprimiéndole rapidísimas vibraciones, fuera de nosotros existirá un *movimiento*, en nosotros *sensaciones de luz, de calor*, etc... según que las vibraciones sean más ó menos numerosas, más ó



menos amplias, que se verifiquen en planos normales á la propagación del movimiento ó sigan la dirección de éste, ó se cierren en elipses infinitesimales ó contorneen un helizoide.

¿Creéis que esta analogía es forzada? ¿Creéis que esta generalización que nos lleva del movimiento visible de la cuerda de la guitarra á la vibración del átomo etéreo es viciosa y violenta?

Si alcanza vuestra bondad al extremo de permitirme que os recuerde algunas de las experiencias de Tairn y Bell en Inglaterra ó de Mercadier en Francia, série de experiencias que ha dado origen á ese hermoso capítulo de la Física que se llama Radiofonía, pronto os sentiréis inclinados á concederme que aquellas generalizaciones y analogías son lógicas y admisibles.

Haced, en efecto, que un rayo de luz roja venga á herir la superficie de un cuerpo metálico convenientemente dispuesto; interponed entre ambos una rueda opaca agujereada en su periferia y girando rápidamente, de modo que con relación al cuerpo metálico producirá una série de eclipses de luz roja; inmediatamente aquél dejará oír un hermoso *do* natural. Cambiad la luz roja en violeta y el *do* se transformará en *si*. La rueda ha sido la mano que ha *esponjado* la vibración, toleradme la palabra en gracia á la claridad, que la ha transformado de modo que pueda producir en nosotros diferentes sensaciones. He ahí la energía luminosa transformada en energía mecánica



que agita el aire y le obliga á arrancar, de aquella suerte, de un sonoro tambor, notas del pentágrama. ¡Wagner y Velázquez, Beethoven y Murillo, Rossini y Meissonier, fraternalmente os estrecháis las manos á través de los agujeritos de aquella rueda opaca, que si es una prueba elocuente de la unidad en el mundo material, parece también aspirar á establecer esa misma sublime unidad en los cielos resplandecientes de lo bello!...

¿Queréis nuevos ejemplos de transformación?

Encerrad en un frasco cloro é hidrógeno; guardad la mezcla en la obscuridad más absoluta y ningún fenómeno se producirá; haced que un rayo de luz hiera la mezcla é inmediatamente se provocará el fenómeno químico de la combinación, acompañado de violento estampido. La energía luminosa háse trocado en energía química.

¿Queréis producir el fenómeno inverso? ¿Queréis transformar la energía química en energía luminosa? La llama de las bujías que alumbran esta mesa podían servirnos de ejemplo.

¿No os basta? ¿Queréis nuevas y palpables metamorfosis? Sumergid en un líquido poco conductor dos placas de plata, una de ellas cubierta de ioduro del mismo metal. Haced caer sobre el conjunto, así dispuesto, un rayo de luz y pronto éste se presentará en forma de corriente eléctrica en el reóforo que une las dos placas metálicas.

Largo, y seguramente fatigoso para vosotros, ha sido este capítulo previo en el que, con indudable poca fortu-



na, he procurado demostrar que la energía es UNA, indestructible y simplemente transformable, señalando de pasada el proceso de esas transformaciones; capítulo deshilvanado que habrá de perdonarme la indulgencia generosa de aquellos de vosotros que os halláis versados en estas materias, pero que he conceptuado indispensable para los que asiduamente no siguen el desarrollo de las ciencias físicas y que además nos da ya fácilmente resuelta la cuestión principal que nos hemos planteado de la utilización de las fuerzas naturales.

¡Es tan sencilla la solución después de lo expuesto! Todo se reduce á modificar trayectorias y velocidades, en suma, á resolver elementales problemas de Dinámica y ya hemos visto cómo la paciente experimentación y la observación sagaz han hallado en cada caso simples mecanismos ó ingeniosas disposiciones para resolver aquellos problemas. Una bola de vidrio llena de agua, una rueda agujereada ó dos placas de plata sumergidas en un líquido; he ahí lo suficiente en algunos casos.

Poco le resta decir ya á la ciencia pura que ha cumplido su misión con señalarnos no sólo la posibilidad de la transformación sino que también ha realizado la transformación misma en sus laboratorios.

Mas, entre lo que la experimentación del laboratorio dice y lo que la aplicación industrial demanda, media el abismo del dinero. Es preciso que si un procedimiento ha de ser práctico y explotable sea económico y capaz de



una producción en grande escala, caracteres de que carecen en absoluto todos los que en el curso de esta Conferencia he enumerado .

Tócale al ingeniero aprovechar las lecciones que de ellos se desprenden y sacar de sus enseñanzas soluciones industriales, y en este camino hay que confesar que si se ha adelantado enormemente con relación al tiempo que llevamos recorriéndolo es desconsoladora todavía la distancia que queda por andar, distancia cuyo término no se vislumbra sino confundido con el luminoso nimbo de un ideal que es casi seguro no habrá nunca de ser integralmente alcanzado.

Industrialmente ¿qué se ha hecho para cambiar un movimiento visible en otro etéreo? ¿Qué se ha ideado para realizar esas transformaciones en que consisten las diferentes formas bajo las cuales la energía se nos presenta?

Indudablemente que en este sentido los trabajos del ilustre Faraday constituyen el progreso más trascendental y el paso más decisivo que se ha dado. Y á fé que, después de formulada su teoría, para un importante número de casos, la solución ni es laboriosa ni es difícil, reduciéndose los complicados y poderosos mecanismos que imaginábamos ser necesarios para la transformación en grande y á precio reducido de la energía á un trozo de alambre de cobre y á un imán.

Permitidme, señores, que traiga á vuesta memoria el principio de Faraday:



Si delante de un imán y dentro de esa especie de atmósfera de fuerza que le rodea y que se revela por la atracción que ejerce sobre las partículas del hierro, dentro de su radio de acción, en una palabra, dentro de lo que la ciencia llama *su campo*, movemos un conductor eléctrico, un trozo de alambre de cobre, por ejemplo, en este conductor se engendrará una corriente eléctrica cuya intensidad dependerá de la del imán, de la velocidad con que pasemos el conductor y de la longitud de este, elementos que Frölich ha aparejado y reunido en una elegante y sencilla expresión algebraica.

¡Un trozo de alambre y un imán!... He ahí, señores, las mejor templadas y más poderosas armas con que cuenta la ciencia y la industria de nuestros días; con ellas, el ingeniero, especie de caballero andante de nuestro siglo llamado á enderezar entuertos de la Naturaleza, con el trozo de alambre por lanza y el imán por adarga, puede irse en busca de torrentes, mareas y ciclones, cien veces más espantables que los Morgantes y Caraculiandros de que nos habla el inmortal Cervantes, y con la mente puesta en esa hermosa Dulcinea que se llama el progreso humano, es seguro que vencerá á sus fieros enemigos trayéndolos sumisos á moler nuestros trigos, á tejer nuestros vestidos ó alumbrar nuestras vigili-
gias.

Allí donde haya viento que empuje ó agua que se despeñe opongamos los brazos de un motor ó las paletas



de una turbina; estas, en su rápido girar, harán pasar centenares de veces por minuto un manojo de alambre de cobre por delante de un imán: en el manojo de alambre nacerá una corriente que podremos llevar por un conductor metálico á tan larga distancia como nos enseñan las recientes y memorables experiencias de Frankfort-Lauffen y utilizarla en aquella forma de electricidad en que nos llega ó en forma de energía mecánica si nos conviene con solo emplear un procedimiento inverso al primero.

De este modo, los yankees, utilizaran muy pronto las soberbias cataratas del Niágara; á nosotros nos niega la Naturaleza el beneficio de una cantidad de energía acumulada tan considerable, pero no ha faltado un hombre de bastante ingenio para recoger las migajas de esa orgía de fuerzas que á nuestro derredor se ofrece eternamente, concibiendo un proyecto que, si como al principio os he dicho, cede á otros muy famosos en magnitud y material importancia, tengo por cierto les aventaja en méritos científicos.

El hombre de que os hablo es D. Felipe Mora, y su proyecto el del canal del Guadarrama, del que es mi propósito hablaros brevemente y sólo bajo el aspecto técnico, como ejemplo del modo de utilizar las fuerzas naturales, abandonando el estudio económico que, sobre juzgarlo impropio de esta cátedra, dejo á la competencia de los financieros.



En la confluencia de dos líneas férreas, la general del Norte y la de Segovia, pasa un curso de agua que si alguna vez pudiera pareceros riachuelo, otras apenas alcanzaría el modesto título de arroyo; tan menguado en ciertas épocas, que á ninguno con mayor propiedad se le aplicaría aquella sátira del príncipe de nuestros poetas jocosos, cuando decía del Manzanares que

*más agua lleva en un jarro
cualquier cuartillo de vino.*

Estas son las migajas de que antes os hablé.

Nace este curso de agua en las faldas mismas del Guadarrama, de donde toma su nombre; allí, donde se juntan las provincias de Madrid, Avila y Segovia, siguiendo una cuenca de pronunciadas pendientes, lo que ofrece condiciones especiales de aprovechamiento, y cuyos terrenos, divididos en dos fajas casi iguales en dirección del NE. al SO. son, el que se encuentra hacia la sierra, de formación cristalina, mientras que pertenece á la época diluvial el que queda hacia Madrid.

La extensión total de la cuenca hasta el punto donde las caídas del agua han de ser utilizadas, mide 350 kilómetros cuadrados.

Durante el reinado de Carlos III, en el que tantas obras de público interés se emprendieron, llegando muchas á feliz remate, la escasez de aguas que padecía la villa de Madrid sugirió el pensamiento de utilizar para el abastecimiento de ésta las que ofrece el Guadarrama, por lo



que se comenzó á construir la famosa presa de Gasco y se terminó un canal de unos 18 kilómetros de longitud, que es el que de trazo lleno aparece en el plano.

Por desgracia, la presa se construía en muy deplorables condiciones. Debía alcanzar la total altura de 80 metros; mas cuando ya se elevaba á 40 sobre el lecho del río, con un espesor de 30 en la coronación, derrumbóse en parte. La razón fué la siguiente: la sección transversal del muro afecta la forma de trapecio rectángulo: el paramento de aguas arriba, es inclinado, y vertical el de aguas abajo. Uno y otro paramento, de sólida pero insuficiente fábrica, hállanse unidos, á través del espesor de la presa, por otros muros, llenando los huecos ó celdas tierras sueltas que, por su enorme masa, dieron lugar á empujes considerables que abolsaron primero y derrumbaron, en parte, más tarde, el paramento vertical. Este fracaso y la penuria del Erario, cargado de tantas obligaciones como imponían á la sazón los grandes trabajos públicos emprendidos, conspiraron para hacer abandonar la total ejecución del proyecto, y aún se alza la enorme mole de la presa y abierto en el suelo todavía está el cauce del canal.

Los aforos practicados en el río han dado el resultado siguiente: Una mínima de 42 litros por segundo durante el mes de Agosto, y una máxima de 4.500 litros, también por segundo y correspondiente al mes de Marzo; lo que da una medio de $2\frac{1}{4}$ metros cúbicos; aforos que pudieran comprobarse *a priori* sabiendo que la cantidad total de



lluvia, según los datos publicados por el Observatorio astronómico de Madrid, es de 366 milímetros durante el año 1891, que no ha sido de los más lluviosos. Referida esta altura pluviométrica á la cuenca del Guadarrama, daría una cantidad total de agua de unos 128 millones de metros cúbicos, de los que considero aprovechables el 50 por 100.

Los considerables estiajes que sufre el curso de agua que estudiamos impiden su aprovechamiento continuo mientras no se recurra á un represamiento por medio de un gran pantano, indicado en la izquierda del plano, y que para dar un gasto medio de dos metros cúbicos por segundo, durante seis meses, deberá ser capaz de 36 millones de metros cúbicos.

La naturaleza cristalina del terreno se presta admirablemente á la formación del pantano, que no exigiría más obra importante que la presa que lo cierra por el Este, con un desarrollo total de 2.300 metros y una máxima altura de 20 metros sobre el talweg del río. La salida de la presa hállase próximamente á la cota 880, y partiendo de esta cota el canal, indicado por un trozo de puntos, nos dará en A, al llegar á la cota, 820, un primer salto de agua utilizable de 60 metros de altura, lo que representa una fuerza de 1.200 caballos, suponiendo sólo un coeficiente de aprovechamiento de 0'75 á los motores hidráulicos, coeficiente que Buchetti demuestra poder llegar hoy á ser de 0'90, y que James Leffel alcanzó prácticamente con sus turbinas.



A partir de este punto, el canal se dirige á coronar la cota 820 sobre el emplazamiento de la presa de Gasco, donde dará un segundo salto aprovechable de dos diferentes maneras: primero, vertiendo desde luego en el Guadarrama, y por lo tanto cayendo desde 150 metros de altura con un rendimiento de 3.000 caballos netos, ó vertiendo en el canal de Gasco desde una altura de 70 metros.

Las aguas seguirían en este caso, que indudablemente debe preferirse porque es el que realiza la totalidad del proyecto, el cauce del antiguo canal que, prolongado, después de salvar la divisoria del Manzanares, y á la altura de la curva de nivel 720, nos daría en D, punto de las inmediaciones de la Casa de Campo, una cantidad de agua considerable elevada á 120 metros sobre el lecho del Manzanares, es decir, una nueva fuerza de 2.400 caballos utilizables junto al puente de Segovia.

Sumados los tres saltos A, B y C, en cuyo caso al B hay que segregarle 80 metros de caída por verter en el canal de Gasco en vez de hacerlo en el Guadarrama, y deducida toda suerte de pérdidas por la transmisión eléctrica en los A y B, en números redondos y holgadamente puede afirmarse que Madrid tiene á sus puertas 5.300 caballos de fuerza.

Utilizado el salto en C, el agua seguiría un nuevo canal, al cual estaría encomendada una función preciosa. Tal es la de arrastrar los residuos fecales de Madrid, que hoy nos envenenan, función que el Manzanares no puede



cumplir por lo escaso y variable de su caudal y lo movido y esponjoso de sus fondos, y el canal de que os hablo iría á fertilizar esas tierras del Mediodía de Madrid, hoy triste y áridas, alegrando y embelleciendo las cercanías de la corte.

Si la menguada industria de Madrid no hallara por el momento empleo para esta potencia, un sifón, atravesando el valle, nos daría el medio de colocar el agua á una altura de 25 metros más elevada que los depósitos del canal de Lozoya, y por lo tanto facilidad para alimentar la parte NE. de Madrid, huérfana hoy de los beneficios del agua abundante.

¿A qué hablaros, señores, de las aplicaciones que podrían recibir esos 5.300 caballos de fuerza? Idead lo más vário, lo más útil: luz, trabajo mecánico; cuanto queráis, cuanto os muestra la vida de los pueblos felices y prósperos.

He ahí cómo por el camino del trabajo y de la ciencia pueden llegar á crearse esas inmensas masas de riqueza que tanto envidiamos á los extraños; he ahí cómo puede cambiarse radicalmente la faz de un pueblo; cómo una comarca estéril puede convertirse en hermosísimo vergel; cómo este Madrid, si el proyecto del canal del Guadarrama se realizara, este Madrid, digo, tan alegre y bullicioso, pero tan pobre y tan tributario de todos, podría sentir llegar hasta él, por el alma misteriosa de un conductor eléctrico, la fuerza de que tanto necesita para poblarse



de talleres y despertar al ruido del poderoso martillo-pilón.

Y hasta vosotras, señoras, que tanto me honráis con vuestra presencia en esta noche, vosotras, en quienes sabe unirse á la clásica belleza española el amor al trabajo y al hogar, vosotras también, en las heladas veladas del triste invierno, sentiréis llegar hasta vuestra habitación un hada, especie de mariposa cuya crisálida no fué otra que el agua despeñada, cuya oruga se engendró entre las brumas y las nieblas de la sierra, y que convertida primero en energía eléctrica y ésta en energía mecánica, moverá vuestra máquina de coser ó mecerá la cuna de vuestro hijo.

HE DICHO.

(Grandes y prolongados aplausos. El orador es calurosamente felicitado).

NOTA.—Durante toda la conferencia estuvo expuesto un plano en escala de 1:15.000, sobre el que el Sr. Fuentes hizo sus explicaciones, plano que reducido damos al frente.



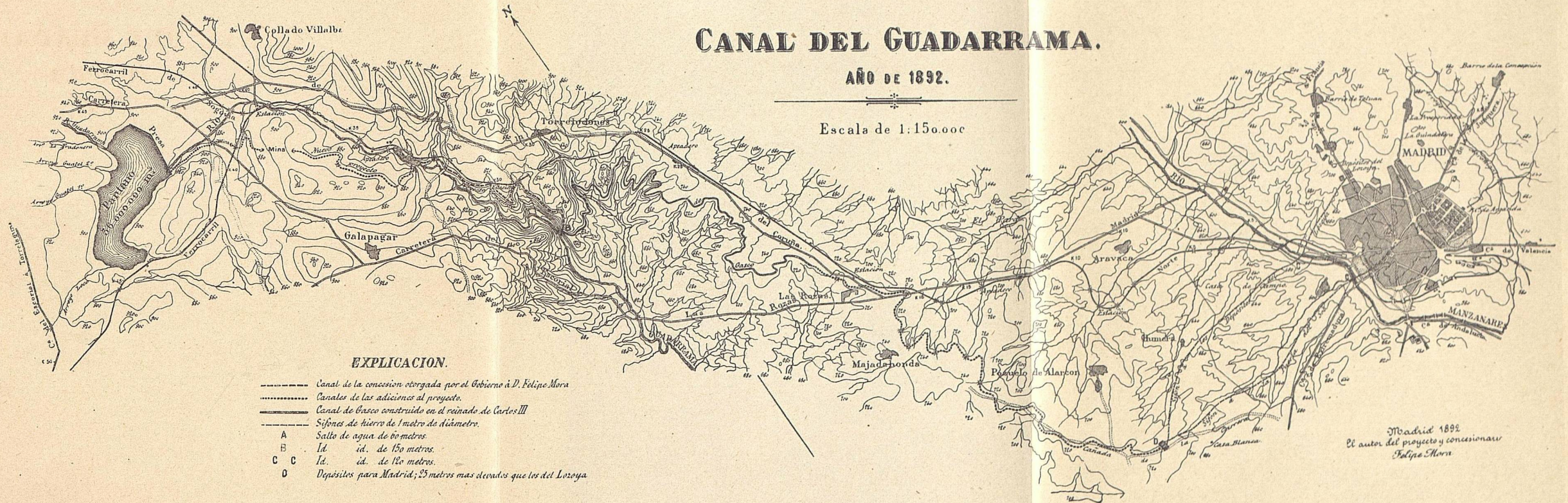


FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

CANAL DEL GUADARRAMA.

AÑO DE 1892.

Escala de 1:150.000



EXPLICACION.

- Canal de la concesión otorgada por el Gobierno á D. Felipe Mora
- Canales de las adiciones al proyecto.
- Canal de trazo construido en el reinado de Carlos III
- Sifones de hierro de 1 metro de diámetro.
- A Salto de agua de 60 metros.
- B Id. id. de 150 metros.
- C C Id. id. de 120 metros.
- D Depósitos para Madrid; 25 metros mas elevados que los del Loroya



El presente documento es propiedad de la Fundación Juanele Turriano y no puede ser reproducido sin su consentimiento. Toda infracción será perseguida legalmente.



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO